ENTRENADOR EFICAZ PARA EL DESFIBRILADOR–MONITOR BIFÁSICO CARDIODEF 2

Y. Pérez, M. Guillén, J. Folgueras

Instituto Central de Investigación Digital
202 No. 1704, Siboney, 11600 La Habana, Cuba.
yperez@icid.cu

RESUMEN

CARDIOTRAINER es una multimedia para el entrenamiento interactivo del personal médico y paramédico de los sistemas de urgencias o de otros cualesquiera que puedan utilizar el desfibrilador-monitor bifásico CARDIODEF® 2. La multimedia le permite al entrenado familiarizarse con las características principales del desfibrilador y con las medidas de seguridad que deben aplicarse. Le permite, además, familiarizarse con la secuencia de acciones necesarias para tratar un paciente con arritmias mortales como la fibrilación ventricular o con arritmias no mortales a corto plazo. Haciendo uso de modernas herramientas utilizadas para el desarrollo de la tecnología multimedia se han implementado varios ejercicios en los que el usuario debe cardiovertir o desfibrilar un paciente, tal como lo haría en una situación real, repitiéndolos tantas veces como desee, en pacientes adultos femeninos y masculinos o en pacientes pediátricos. Se han considerado los errores más frecuentes que se cometen al aplicar el desfibrilador a un paciente y se reproduce la respuesta del desfibrilador en una ventana de avisos con mensajes claros y cortos. En el trabajo se ilustran las potencialidades del entrenador con las principales escenas que se presentan al entrenado y se describen brevemente los resultados de su aplicación. Se concluye que CARDIOTRAINER es una herramienta valiosa para aumentar el conocimiento y la pericia del personal que emplea el desfibrilador CARDIODEF® 2.

Palabras clave: arritmias, cardioversión, corazón, desfibrilador, desfibrilación, entrenador, entrenamiento, multimedia.

1. INTRODUCCIÓN

CARDIODEF® 2 es un desfibrilador-monitor bifásico desarrollado totalmente en Cuba, que se aplica para detener la fibrilación ventricular y otras arritmias no mortales a corto plazo [1].

Las estadísticas muestran que las enfermedades cardiovasculares constituyen una de las primeras causas de muerte en Cuba. En el extranjero se estima que, en la mitad de los casos, el paciente comienza a tener una fibrilación ventricular de forma súbita, casi siempre en el ambiente extrahospitalario. Por ello, en la literatura lo refieren como "muerte súbita". Es un hecho conocido que una desfibrilación precoz puede ser la clave del éxito para el tratamiento de la muerte súbita [2, 3].

La desfibrilación realizada de forma correcta y rápida es el eslabón de mayor importancia para determinar la supervivencia del paciente ante un paro cardiaco y es muy importante que el personal encargado de operar los desfibriladores esté debidamente entrenado. Por ello es necesario que el entrenador satisfaga un conjunto de condiciones en cuanto al aprendizaje, lo que ha sido tratado en un trabajo anterior [4].

El entrenamiento debe estar orientado al conocimiento del procedimiento médico, así como al manejo seguro y eficaz del desfibrilador que el operador empleará, lo que se puede realizar mediante el empleo del propio equipo, empleando el Manual del Usuario que lo acompaña. No obstante, es poco común que un operador se lea el Manual del Usuario y recurre, habitualmente, a su experiencia previa con otros tipos de equipos.

Por otra parte, la ejercitación con pacientes puede, y debe, ser precedida con una ejercitación "fuera de línea", de tal forma que el operador adquiera el conocimiento necesario sobre los pasos del procedimiento, al mismo tiempo que confianza en sí mismo. La aplicación de las modernas tecnologías de computación hace posible que el entrenamiento sea mejor, más rápido y con un mejor aprovechamiento por parte del entrenado [4].

El desarrollo de aplicaciones multimedia ha tenido un gran impacto en el sector educativo en los últimos años. Con la combinación de textos, gráficos, sonidos, animaciones y videos se han logrado herramientas de elevado valor que han mejorado los métodos de enseñanza tradicionales. En el campo de las aplicaciones médicas y de otros tipos es más frecuente cada día el uso de simuladores y multimedias educativas para la capacitación del personal.

La utilización de un entrenador interactivo, que combine la información importante sobre el equipo con la ejecución de ejercicios en los que el operador se enfrenta a casos que

ISBN 978-959-212-236-9 (c) Sociedad Cubana de Bioingeniería, artículo T002

se asemejan a la realidad, resulta una forma más eficaz y segura para lograr un entrenamiento rápido sin agotamiento del entrenado. Para el desarrollo del entrenador, los autores de este trabajo se propusieron los objetivos que permitieran:

- Favorecer el entrenamiento, en un tiempo breve, de un operador inexperto.
- Permitir al entrenado practicar con seguridad el procedimiento de aplicación del desfibrilador, así como su operación y posibilidades.
- Desarrollar un entrenador con bajo consumo de recursos de computación.

2. METODOLOGÍA

Para diseñar el entrenador se analizaron diferentes herramientas usadas en la actualidad para el desarrollo de aplicaciones multimedia. Finalmente se decidió el empleo del Delphi 7 y del Macromedia Flash. Se realizó un diseño orientado a objetos, para crear una interfaz de usuario que incluye un control de páginas y una barra de navegación que le permiten al operador acceder a cada tema tratado de forma fácil, con simples clics del ratón.

Se realizó una estructura de páginas o "escenas" que, en cada página, incluye pestañas, iconos para acciones generales, barras de desplazamiento y cuadros de texto, en los que se muestran mensajes de información o advertencia al usuario. Se ha hecho un empleo limitado del sonido, en la forma de música de fondo, que puede variarse en intensidad, o suspenderla, a voluntad del operador. Se decidió que el entrenador debe cumplir con los siguientes requisitos de diseño:

- Tener implementada toda la funcionalidad del equipo para que un operador inexperto pueda ser entrenado de forma segura sin la necesidad de emplear el desfibrilador.
- El entrenador será utilizado por personal con diferentes niveles de escolaridad y grados de familiarización con desfibriladores, por lo que su interfaz debe ser de fácil comprensión y operación. En otras palabras, la interfaz, al igual que el entrenador deben ser "amistosos".
- Disponer de un mecanismo de navegación sencillo que permita acceder a toda la información contenida de forma rápida.
- Los textos usados sólo deben contener la información indispensable y nunca más, para no abrumar al entrenado con textos innecesarios o de excesiva longitud.
- Los ejercicios para la desfibrilación y cardioversión deben reproducir lo más posible una situación real, con posibilidades de seleccionar el tipo de paciente a tratar.
- Debe existir un área donde aparezcan las observaciones que se le brindan al usuario sobre errores o sugerencias para una mejor explotación del equipo.
- El entrenador debe incluir un Módulo Entrenador y un Módulo Información.
- Durante la ejecución de los ejercicios el entrenador debe reproducir el comportamiento de CARDIODEF, incluyendo su respuesta dinámica ante errores cometidos por el operador durante el curso de un tratamiento al paciente.

Al ejecutar CARDIOTRAINER se presenta una página animada, donde el entrenado puede salir o continuar. En el último caso, la información contenida en esta multimedia se dividió en dos módulos: Módulo Entrenador y Módulo Información.

Para identificar las funciones de CARDIODEF® 2 se usó el propio desfibrilador, con los cuales se definieron todas las características que debían ser implementadas, para lograr un modelo que le permitiera al operador manipularlo como si usara el propio equipo.

2.1 Módulo Entrenador

El Módulo Entrenador le debe permitir al usuario familiarizarse con los pasos necesarios para desfibrilar y cardiovertir a un paciente.

En este módulo el usuario podrá acceder, en el orden que desee, a las medidas que deben aplicarse al comenzar cada turno de trabajo, la guía rápida de operación, los valores de energía recomendados por el fabricante y la colocación correcta de los electrodos para ECG y de las paletas sobre el tórax del paciente bajo tratamiento.

Finalmente puede realizar un ejercicio mediante el cual puede cardiovertir o desfibrilar el paciente seleccionado.

2.2 Módulo Información

En el Módulo Información se deben mostrar las características principales de CARDIODEF 2, las medidas que deben aplicarse durante su uso y las partes que lo componen. Estas últimas serán mostradas en una escena en la que el usuario pueda seleccionar varias vistas del equipo. Desplazando el puntero del ratón por encima de cada una, podrá identificar las partes que lo componen.

Puesto que la información de operación y de paciente de CARDIODEF se brinda en un display de cristal líquido, debe ser posible identificar cada espacio de información en el display colocando el puntero del ratón sobre él.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARDIOTRAINER se ha empleado, con excelentes resultados, en el entrenamiento del personal técnico que brinda asistencia técnica a los equipos. Se ha empleado también en un curso para médicos graduados que estudian la especialidad Cardiología.

De fácil comprensión e interfaz amigable ha sido asimilado con rapidez, resultando muy efectivo en la comprensión de la operación del desfibrilador, en la aplicación adecuada de las medidas de seguridad y de la secuencia de acciones a emplear para tratar al paciente empleando el equipo.

En la Fig. 1 se muestra la primera escena, que aparece inmediatamente después de la introducción animada. En su esquina superior izquierda se puede ver un conjunto de 5 botones que permiten realizar operaciones con la pantalla en su conjunto. Inmediatamente debajo está el logotipo del entrenador y a su derecha dos botones de desplazamiento de las escenas. Se puede cambiar de modo de trabajo haciendo clic con el puntero del ratón sobre cualquiera de las dos opciones posibles o mediante las pestañas que se muestran debajo del logotipo.

Cada ejercicio está compuesto por un CARDIODEF 2 con sus accesorios, un paciente, un área de mensajes y un menú de opciones, tal como se ilustra en la Fig. 2.

ISBN 978-959-212-236-9 (c) Sociedad Cubana de Bioingeniería, artículo T002

Fig. 1. Página Inicio para la selección de los módulos. En la parte superior derecha se distinguen las pestañas de Opciones y Ayuda.

Fig. 3. Menú de Opciones del tipo de paciente. A la derecha de la imagen del paciente se muestran tres botones: repetir el ejercicio, selección del tipo de paciente y habilitar/inhabilitar el área de mensajes.

Se muestran, además, el valor de impedancia transtorácica del paciente, la frecuencia cardiaca, la disponibilidad de carga en la batería de alimentación y la cantidad de descargas aplicadas al paciente.

Para que el paciente revierta del estado en que se encuentra a uno normal, en la práctica médica puede ser necesaria más de una descarga. CARDIOTRAINER genera aleatoriamente secuencias de 1, 2 ó 3 descargas.

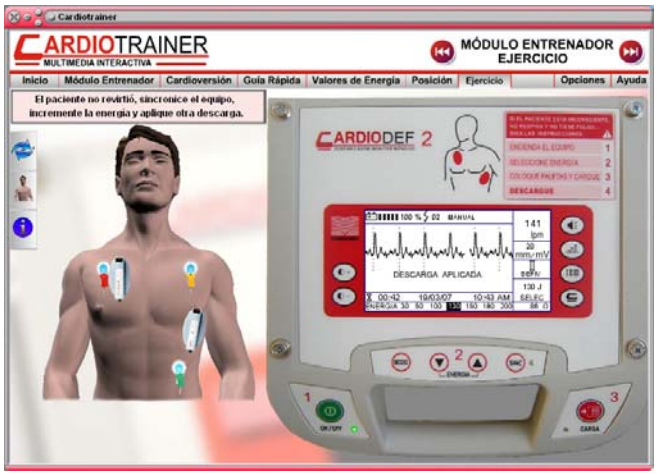

Fig. 2. La figura muestra la página Ejercicio, utilizada por el usuario para el procedimiento de cardioversión del paciente.

Mediante el Menú de Opciones el usuario puede repetir el ejercicio, cambiar el tipo de paciente (hombre, mujer o niño) y habilitar o deshabilitar los mensajes que se muestran en el área correspondiente a estos, tal como se muestra en la Fig. 3.

Cada paciente se encuentra en un estado que puede ser: normal, con fibrilación ventricular o con otra patología cardiaca que requiere cardioversión. El cambio de estado se puede efectuar sólo cuando se le aplican las descargas con el desfibrilador.

Cuando el paciente seleccionado es un niño, se añaden al ejercicio los adaptadores pediátricos. Estos deben ser colocados en las paletas para realizar el procedimiento correspondiente. Cuando son conectados, el equipo automáticamente disminuye la escala de energía hasta 100 J como medida de seguridad, se muestra en la pantalla del desfibrilador el mensaje ENERGIA LIMITADA A 100 J y se toma 30 J como valor de energía por defecto.

En la Fig. 4 se muestra la escena del ejercicio para un paciente pediátrico. Obsérvese que no aparece el cable de paciente para ECG, puesto que se seleccionó el ejercicio de fibrilación ventricular.

Fig. 4. La figura muestra la página Ejercicio para el procedimiento de desfibrilación. Como se puede apreciar el tipo paciente seleccionado es un paciente pediátrico y en la parte inferior izquierda, a la izquierda de las paletas se muestran los adaptadores pediátricos que son suministrados con el equipo.

Los valores de impedancia, frecuencia cardiaca, así como la señal de ECG sólo son mostrados en el display del equipo (ver Fig. 2 y 4) cuando las paletas son colocadas correctamente. En el caso de la cardioversión el cable de paciente para ECG debe colocarse para ver la señal con la que se sincronizará la descarga para cardioversión.

El área de mensajes se encuentra localizada justamente encima del paciente, como puede verse en la Fig. 2. En ella se muestra información sobre las diferentes etapas en que se desarrolla el ejercicio, las cuales se pueden dividir en presentación del paciente y el efecto sobre éste de las descargas con el equipo.

Para la realización exitosa del ejercicio, el operador deberá, dependiendo de la operación que va a realizar, ejecutar cada uno de los pasos enunciados en la guía rápida.

Si las operaciones realizadas conllevan a un desenlace exitoso del ejercicio, el usuario tiene dos opciones: realizar un nuevo intento con ese paciente o seleccionar un nuevo paciente.

Se han incluido casos de error, como por ejemplo, aplicar una descarga a un paciente que tiene ritmo cardiaco sin sincronizar con la señal de ECG, en cuyo caso el paciente se coloca en un estado de fibrilación ventricular, sobre la cual se advierte en el área de mensajes.

Dentro del módulo de información pueden identificarse, tanto las partes del desfibrilador como las correspondientes a la información que se muestra en el display.

En la Fig.5 se muestra la página Partes del Equipo, cuando se selecciona el display. A la izquierda se muestra una zona con dos botones de desplazamiento y las imágenes acerca de las cuales se desea información. Las imágenes pueden seleccionarse empleando el puntero del ratón y los botones de desplazamiento correspondientes. En el ejemplo, el puntero está colocado sobre la señal de ECG del paciente y la explicación asociada se muestra a la derecha de la imagen seleccionada.

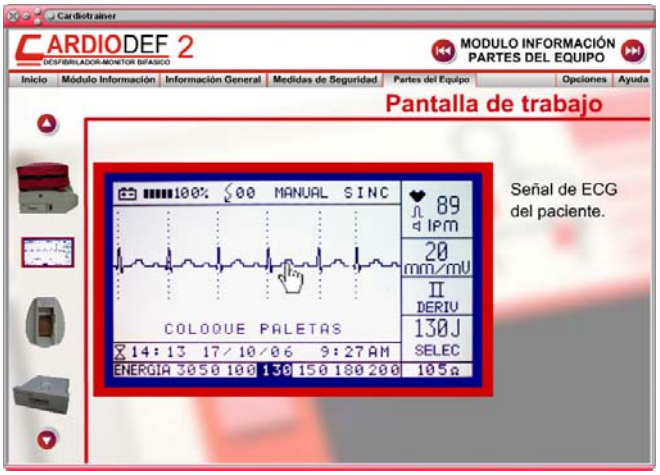

Fig. 5 Página Partes del Equipo. En la figura, el operador está identificando las diferentes informaciones que son mostradas en el display del desfibrilador mediante el ratón.

El entrenador ha sido sometido a pruebas con personal de servicio técnico y con otros voluntarios sin conocimientos especializados sobre el tema, con resultados positivos y muy satisfactorios. También se ha empleado en un curso técnico sobre CARDIODEF 2 y en una conferencia a médicos graduados en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular en La Habana. Actualmente el entrenador está siendo ensayado por especialistas de diversos sectores.

Los resultados demuestran que la asimilación y comprensión del manejo del desfibrilador son superiores a los que pueden ser alcanzados con el uso del manual de usuario y del propio desfibrilador. En el caso del entrenador, el personal que se entrena puede llevar a la práctica los conocimientos adquiridos con la ejecución de ejercicios que se asemejan a situaciones reales en un ambiente completamente seguro, ejercitándolos tantas veces como estime necesario.

Con la capacitación mediante el uso del entrenador se garantiza que ningún operador inexperto pueda ocasionarse daños al paciente o a sí mismo u operar indebidamente el equipo, eliminando los posibles riesgos debidos a una mala manipulación.

Por otra parte, el operador puede realizar en innumerables ocasiones los procedimientos de desfibrilación y cardioversión con un paciente que no es real, lo que hace posible que aumente su confianza para desarrollar con la rapidez y exactitud necesaria los procedimientos con el equipo en el futuro en un paciente real. Ello es especialmente útil para el entrenamiento de personal paramédico y personal lego con entrenamiento en el tratamiento del paro cardiaco.

CARDIOTRAINER cuenta también con una interfaz amistosa orientada al estudio individual de forma autodidacta, lo que permite una rápida asimilación de los conocimientos y la práctica necesarios para la operación y aplicación del equipo.

Con respecto a su arquitectura, el entrenador se desarrolló casi en su totalidad en Macromedia Flash. Por las características de portabilidad que presentan los archivos generados, en el futuro puede ser adaptado para ser ejecutado a distancia sobre formato web o para crear nuevas versiones para otras plataformas como Linux y MAC.

Para instalar el programa son necesarios los siguientes requisitos del sistema:

Hardware:
Procesador Pentium o Equivalente a 700 MHz o superior.
64 MB o más de RAM.
50 MB o más de espacio libre en el Disco Duro.

Software:
Windows® 98, ME, 2000, XP, 2003.

4. CONCLUSIONES

Los objetivos que sirvieron como punto de partida para el desarrollo del entrenador fueron cumplidos satisfactoriamente. CARDIOTRAINER cuenta con una interfaz "amistosa" que permite su utilización por personal con diferentes grados de preparación y niveles de especialización,. Favorece el aprendizaje autodidacta en un tiempo breve mediante la realización de ejercicios de cardioversión y desfibrilación de pacientes y presentación de la información más importante contenida en el Manual de Usuario. Se logró imprimir un toque de realismo a los ejercicios con la implementación de toda la funcionalidad del CARDIODEF 2 y la utilización de pacientes con diferentes características, convirtiéndolos en un ambiente de entrenamiento interactivo completamente seguro. El entrenador resulta una herramienta eficaz para el entrenamiento del personal médico y paramédico que operará el desfibrilador monitor CARDIODEF 2, así como el personal lego que pueda dar atención a episodios de muerte súbita.

BIBLIOGRAFÍA

[1] J. Folgueras, A.E. Portela, A.A. Milanés, O. Colorado, M. Gómez , G.A. Meissimilly, V.F. Martínez, O. Sánchez, "Un desfibrilador bifásico cubano: Características y resultados", Bioingeniería y Física Médica Cubana, Vol. 7, No. 2, 2006, pp 4-10.

[2] G.Robledo Kaiser, "Importancia de la Reanimación Cardiopulmonar", www.susmedicos.com.

[3] G.P. Fasquelle, O. R. Salinas, R. A. Fonseca, R. Martínez Cruz, J. A. Chinchilla, "Defibrilación Cardiaca", www.bvs.hn.

[4] M.E. Cartaya, J. Folgueras, "Desarrollo de un entrenador virtual para el desfibrilador-monitor CARDIODEF 2", Trabajo T067, VI Congreso de la Soc. Cubana de Bioingeniería, La Habana, 2005.